

防災リテラシーの確立をめざした小・中・高等学校一貫教育の創造(6)

—火山災害を基軸に据えた動画教材の作成と授業実践—

鹿江 宏明 有田 正志 西井 章司 土井 徹
吉原健太郎 北川 隆司 山崎 博史 林 武広
鈴木 盛久 (協力者) 佐竹 靖

1. はじめに

本研究は、学校教育において児童・生徒に自然災害から自分の身を守るための知識・技能を高め、災害時に適切な意志決定と実践ができる「防災リテラシーの確立」をめざした教材および教育カリキュラムの開発を目的としている。研究初年度、および2年度は、2001年3月に広島県南部を中心に発生した芸予地震における実態調査を実施するとともに、その結果から地震時における適切な判断と行動をめざした図上訓練(DIG)の作成や、災害をイメージする力の向上を高める授業プログラムを開発し、実践・評価を行った。続いて3年度からは土砂災害を教材化した防災授業の実践的研究を開始した。具体的には、広島県が土石流危険渓流数において全国1位であること、また1999年6月に広島県西部を中心に大災害が発生していることを教材化するとともに、広島県が作成した「土砂災害マップ」やその立体地図化、Google Earth等を用いることで、生徒にとってより身近な地域を対象とした学習が推進できるようにした。

これまでの実践の結果、自分たちが居住する地域の自然災害に対して興味・関心を高めるとともに、自然災害に対する学習の意義や日常生活と防災とのかわりに対する意識の向上、災害を予測し被害を想定する力などにおいて成果をあげてきた。また課題として、自然災害を学習する際に必要なリアリティの不足や、自然災害の予測に不可欠な地形を空間的に認識する力、地形・地質・気象を総合的に把握する力などについて、その不十分さなどもうきぼりとなってきた。

このような成果と課題をもとに、6年次となる本研究では、火山災害を学習材とした。周知の通り、我が国は狭い国土の中に世界の火山の1割が集中する「火山大国」である。火山は噴火すると広い範囲に災害を

引き起こし、またその被害も甚大である。災害が続く時間も長く、例えば1999年に噴火した三宅島では全島避難が2005年まで続き、現在でも島の4割が立ち入り禁止区域になっている。加えて災害の種類も多く、広範囲に被害を及ぼす火山灰の降灰や溶岩流による被害、火砕流、噴火や火山性地震による山体崩壊など、その内容は様々である。このように火山は大規模な災害を引き起こすにもかかわらず、学校教育で防災の授業として火山災害を教材化する例は数が少ないのが現状であろう。特に1995年の兵庫県南部地震以降、学校における多くの防災の授業は地震災害に注目することが多い。

本研究ではこのような問題意識をもとに、火山災害を中核とした授業モデルを構築することをめざすべく、本年度は動画教材の作成とその適性の検証を実施した。

2. 学校教育における火山の扱いと教材

学習指導要領では、まず小学校第6学年で児童に火山と地震を選択的に調べるよう定めている。またその内容としては、火山活動によって土地の様子が変化することを中心にしなが、自然災害とも関連づけて調べさせている。中学校では第2分野の第2単元で、火山の形や噴火活動をマグマの性質や火山岩のつくりと関連づけるよう記載されている。また第7単元では「自然と人間」を選択的扱いとし、災害について調べるような学習を設定している。このように義務教育段階においては、自然災害に関する学習は小学校、中学校のいずれにおいても扱われているものの、それらは選択的な扱いであり、児童・生徒全員が火山に関して学習できる機会は中学校の第2単元のみである。したがって本研究における対象単元としては、火山を中心的に扱うことができる中学校第2分野第2単元を中心とし、

他の単元においても活用できることを視野に入れながら教材を作成することとした。

火山に関する教材としては、中学校教科書では第2単元で溶岩の粘りけと火山の山体との関係に関連づける実験が紹介されており、例えば粘りけの異なる石膏（東京書籍）や、PVAをほう砂水溶液でゲル状にしたもの（啓林館）などが掲載されている。また火山灰を洗浄し双眼実体顕微鏡等を用いて観察する学習も数社掲載されている。教科書以外では、小麦粉と水を混合させた溶岩モデルや、ゼラチンと油を用いたマグマ上昇モデル、立体地形図にココアの溶岩流を流すモデルなどが日本火山学会・日本地震学会で紹介されている。これらのモデル実験は、生徒に火山への関心をもたせ学習意欲を高める上で大変有効である。しかしながらモデル実験は、鹿江（2006）が指摘するように自然事象の一部を切り取り単純化したものであり、自然を観察し熟知した授業者や既習者にとっては説明する上で都合がよいものの、初めて学習する児童・生徒にとっては誤解を生じやすい危険性もある。したがって、これらモデル実験を授業で用いる前には、一義的に十分な自然事象の観察が必要であると考えられる。

だが、学校における日常の理科授業で火山を直接観察することは困難である。したがって本研究では、高精細なハイビジョンカメラを火山の撮影に用い編集することで、間接的な観察を可能とした動画教材の作成を試みることにした。ハイビジョン映像の特徴は、走査線が多く、これまでの動画映像と比較してより高精細な画像が提示できることにある。画面の縦横比（アスペクト比）は人間の視野に近い16：9が採用されており、パーソナルコンピュータとの親和性も高く、コンピュータへの高品質な動画配信も可能である。本研究ではこのハイビジョン映像の特質を最大限に活かすとともに、より細かな観察ができる教材としての効果も明らかにすることをねらいとした。

3. 教材作成の視点と授業実践

中学校教科書の本文中に記載されている火山は、表1の通りである。

表1 教科書に記載されている火山

| 出版社 | 掲載火山名 |
|-----|-----------------------|
| D社 | マウナロア, 桜島, 雲仙普賢岳 |
| G社 | 三宅島, 三原山, 桜島, 雲仙普賢岳 |
| K社 | キラウエア, 三原山, 桜島, 雲仙普賢岳 |
| Ky社 | 三宅島, 三原山, 桜島, 雲仙普賢岳 |
| T社 | 三宅島, 三原山, 桜島, 雲仙普賢岳 |

本研究ではこれらの火山の中から、キラウエア、三宅島、雲仙普賢岳の各火山で現地調査を行い収録した動画を編集し、教材を作成した。編集にあたっては、様々な校種で児童・生徒の実態にあわせて活用できるように、下記の点に留意した。また作成した動画は、DVD-Rメディアに保存し、容易に授業で使用できるようにした。

- ・授業の単位時間における児童・生徒の集中力を考慮し、番組の長さを最長8分以内に編集した。
- ・教室で使用する場合、画面に近い児童・生徒と遠い児童・生徒の視野差が大きくなる。したがって視聴の際にストレスを感じさせないように、ズーム・パンを極力避けた。
- ・撮影・編集の意図が授業者に把握できるように、解説を記載したタイムテーブルを作成した。
- ・撮影者の声が収録されている部分は削除した。
- ・通常のテレビモニターでアスペクト比を16：9にするため、レターボックス形式（上下に黒帯を表示した画面）を採用した。

なお、ハイビジョン画質の編集をコンピュータで行う場合、使用するコンピュータはかなりの高性能（Intel Pentium4 2.8GHz以上やPowerPC G5, Inter Core Duoなど）である必要がある。したがって今回は、2台のハイビジョンカメラをi.Linkケーブルで直結してリニア編集する方法、及びハイビジョン画質をSD画質に変換してコンピュータに取り込み、ノンリニア編集する方法の2通りを用いて実施した。

各火山における撮影内容とそのねらいは下記の通りである。

① キラウエア火山

- ・キラウエア全景：5km×3kmの巨大なカルデラ（図1）。カルデラ内の各地から水蒸気の噴煙が上がっていることで、現在も活動している火山であることがわかる。



図1 キラウエア・カルデラとハレマウマウ火口

- ・ハレマウマウ火口：キラウエア・カルデラ内にある、直径1kmの火口。壁の中程には、1967年に溶岩湖の液面が上昇した跡がみられることから、近年まで火口が溶岩湖の状態になっていたことが推測できる。火口の周辺には、1924年に水蒸気爆発したときに生じた角礫岩が散在している。礫の直径は大きなもので1mをこえる。
- ・割れ目噴火跡：南西リフトでは、1971年の割れ目噴火の跡が見られる。また、案内板周辺は1974年の割れ目噴火跡が観察できる。これらの割れ目噴火では、溶岩が「火のカーテン」のように列をなして吹き上げていた。
- ・イキ火口：火口床から噴煙が上がっている。1959年の噴火では溶岩湖になっていた。火口床の遊歩道を歩く人の大きさから、イキ火口の巨大さが推測できる。
- ・溶岩トンネル：溶岩がトンネル状に流れていた跡を歩くことができる。2006年現在、海に流れ込む溶岩流はトンネルを形成している。
- ・カラパナ：一面溶岩で、町が消滅している様子がわかる。被災自動車も残っているの、自然の猛威を感じる事ができる(図2)。

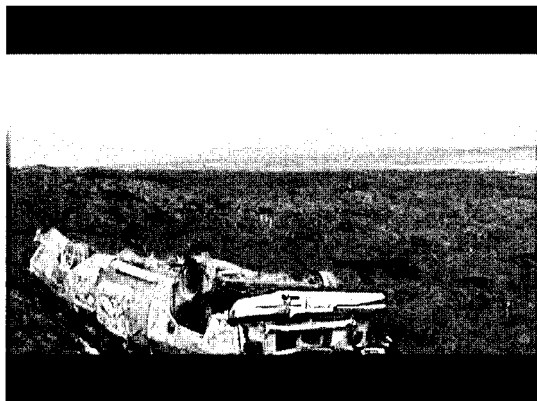


図2 カラパナの被災自動車

- ・溶岩の様子：玄武岩質溶岩が地表を覆う。溶岩が黒っぽいことから、有色鉱物を多く含むことがわかる。また、溶岩の粘性が小さいために様々な模様を示している。特に縄目のような「パホイホイ」が多く観察できる。溶岩上を観察すると、ガラス繊維状の「ペレの毛」が見られる。
- ・海食崖：太平洋の波により、溶岩で形成した土地が侵食されていく様子が観察できる。
- ・オーシャン・エントリー：キラウエア南東のプウオオ火口から噴き出した溶岩が、溶岩トンネルを通過して太平洋に流入している地点。白煙が高く立ち上る(図3)。地表の温度は60度をこえる。また、注意し

て観察すると、海中に落ちた溶岩は温度が高く周囲を瞬時に沸騰させるため、溶岩はすぐに海中に入らず海面に浮かんでいる様子がわかる。

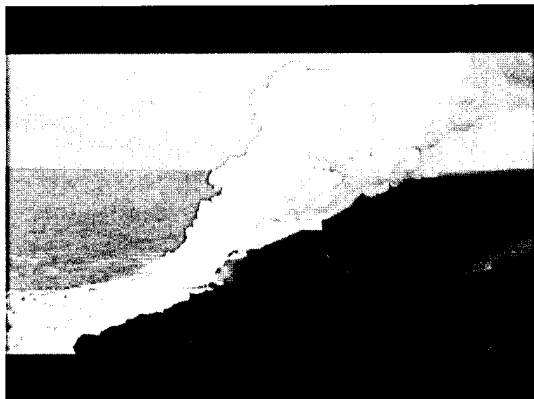


図3 オーシャン・エントリー

- ・トンネル内の溶岩流：トンネル上方にあいた穴から、中の溶岩流が観察できる。輻射熱のために近よることはできないが、高速で流れていることから粘性が小さいことが推測できる。また、「びちゃびちゃ」と溶岩が流れる音がトンネル内から聞こえる。高温の溶岩の色はオレンジ色。

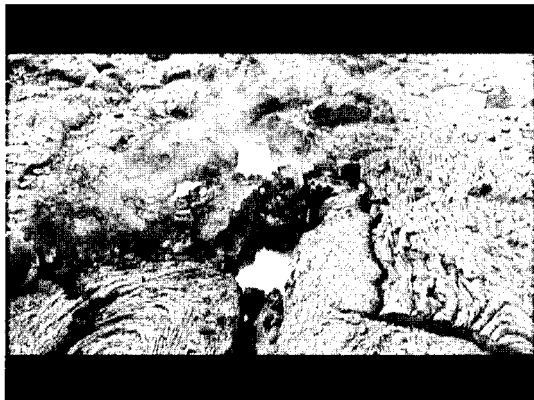


図4 トンネル内を流れる溶岩

②三宅島(2005年撮影)

- ・粟辺：1983年の噴火で流れ出した玄武岩質溶岩の様子。火山ガスが発泡した穴が数多く見られる(アア溶岩)。10月3日に始まった大量の溶岩の噴出により、その日のうちに溶岩が海岸まで達している。
- ・新鼻：ハワイ島と同様、侵食により海食崖が形成されている。付近の玄武岩を観察すると、気泡の並び方に規則性が見られる。
- ・新溜池：1983年の噴火時に水蒸気爆発をおこした跡(マール)が観察できる。

- 登山道：火山ガスにより、多くの立木が枯れている（図5）。2000年の噴火では、島内の森林の約6割が立ち枯れた（面積比）。また、島の総面積の45%が高濃度地区に指定されており、立ち入り規制やガスマスクの携帯が義務づけられている。

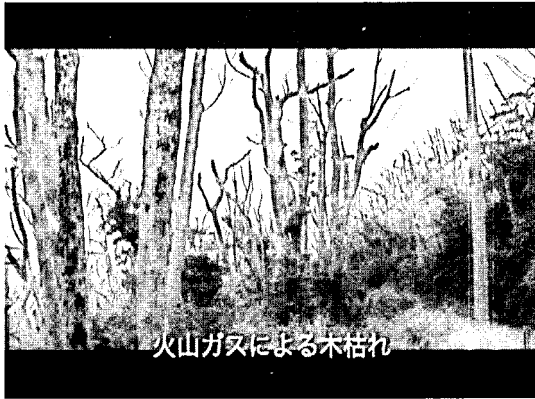


図5 立ち枯れた森林

- 村営牧場：2000年の噴火では、この付近で厚さ50cmほど火山噴出物が堆積した。また、直径1m程度の噴石が飛来し、牛16頭が直撃を受けて死んでいる。牧場の牛舎の屋根には、噴石でできた穴が数カ所みられる。また、溶岩流や土砂災害に備えて、導流堤や砂防ダムを建設する工事が進められている。高濃度地区。
- 椎取神社：2000年の噴火後に発生した土石流により、神社の鳥居上部まで埋まっている。また遠方には神社の屋根部分が見える。周囲の林は火山ガスによりほとんど立ち枯れている。
- 阿古中学校校舎：1983年の溶岩流により埋まった校舎（図6）。この校舎以外にも周辺の400戸の民家が被災した。溶岩が校舎2階の天井にまで達していることが観察できる。

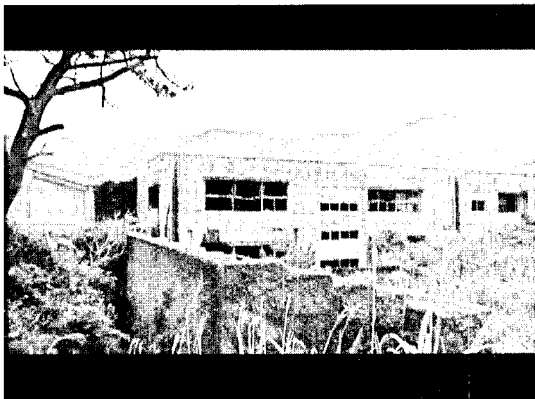


図6 阿古中学校被災校舎

③雲仙普賢岳（1991年、及び2006年撮影）

本編では、1991年に発生した火砕流後の土石流の状況を撮影した映像（Hi-8録画）と、2006年に撮影した現地の様子（ハイビジョン録画）の両方を、被災地の比較や画質の比較ができるように編集した。

（1991年7月、Hi-8で撮影）

- 深江町の状況：火砕流後の土石流により、この付近の住宅はすべて1階部分が土砂で埋まっている（図7）。また、臨時につくられた道路は、土砂で埋まった土地の上に建設されているため、被災地に入るときは道路が高くなっている。通行する車は安全のため駐車禁止。



図7 被災した家屋

- 水無川：通常は水が流れていない川だが、梅雨に発生した土石流は、この川の上流から一気に土砂を運搬・堆積させた。
- 被災家屋：流れ下つたれきは、大きなもので直径2mをこえる。岩石は普賢岳から供給されたデイスイトで、ハワイや三宅島と比較すると白っぽい。（2006年ハイビジョンで撮影）
- 水無川：導流堤が建設されている。また、雲仙普賢岳の山体の形が観察できる。火砕流や土石流後、植生が回復していないため、斜面が白くむき出しになっている。
- 大野木場小学校校舎：1993年の火砕流の直撃を受けた校舎（図8）。窓ガラスは消失し、アルミ製窓枠や塩化ビニル製水道管は熱で変形・破断されている。
- 平成新山：普賢岳山頂の東にできた溶岩ドーム。平成15年に国の天然記念物に指定された。角張った溶岩が斜面全体を覆っている。また、溶岩中には白い斑晶も観察できる。
- 土石流被災公園：被災家屋を保存し、屋内展示をしている。

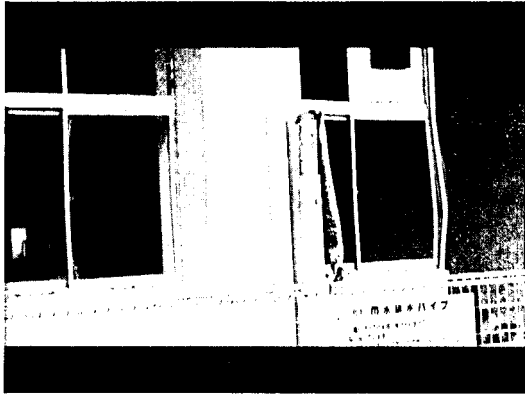


図8 大野木場小学校被災校舎

これら①～③の動画を、中学校第2単元における単元導入として、広島大学附属東雲中学校第1学年を対象に試行的に用いた。なお授業では、始めに Google Earth を用いて各火山の位置や火山の形を確認させた後に、この動画を視聴させた(図9)。

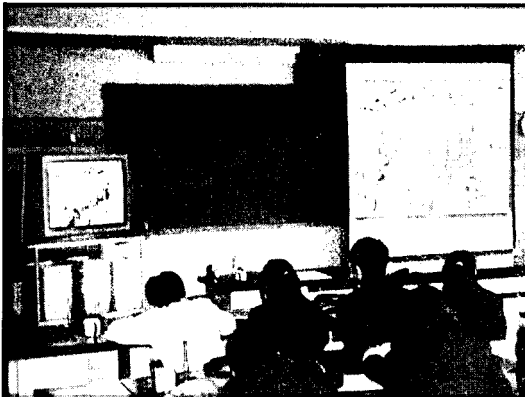


図9 動画の視聴

4. 結果と考察

授業での動画視聴後に、生徒(男子38名、女子38名、計76名)に火山やハイビジョン動画の画質について、質問紙により回答を求めた。調査項目は、火山そのものの観察とともに火山災害の概要の理解、火山に対する関心や意欲の向上、火山がもつエネルギーの把握、火山と私たちの生活のかかわり、ハイビジョン画質の効果などについて質問を設定し、5段階の評定尺度を用いて回答させた。

本授業で用いた動画の一義的な目的は、火山の十分な観察にある。それぞれの火山の形や溶岩の様子(色、表面の様子など)、火山による災害などについての確に把握できているかどうか質問紙に記入させたところ、多くの生徒が各火山の特徴や災害の様子を自分の言葉で説明できていた(表2)。

表2 火山の特徴に対する生徒の回答(例)

| |
|---|
| 【ハワイの火山の形】 平べったい、とんがっていない、ぺちゃんこ、平ら、低い、横に広がっている |
| 【ハワイの溶岩】 思ったより流れが速い、熱い、オレンジ色、かたまと表面がツツツヤ、もようができる |
| 【雲仙普賢岳の形】 先がとがっている、でこぼこ、岩がごろごろ、小さな山がたくさんある、かたむきが急 |
| 【雲仙普賢岳噴火による被害】 土砂で家がうまる、熱で窓枠がボロボロ、床がもえてなくなった、火山灰がつまる |

次に、動画を視聴することで火山に対する関心や意欲が向上したかを調査するため、生徒に「火山に行ってみたく思ったか」とたずねたところ、「思う」と答えた生徒が72%となり、動画視聴によって火山に対する生徒の関心・意欲は向上していた(図10)。

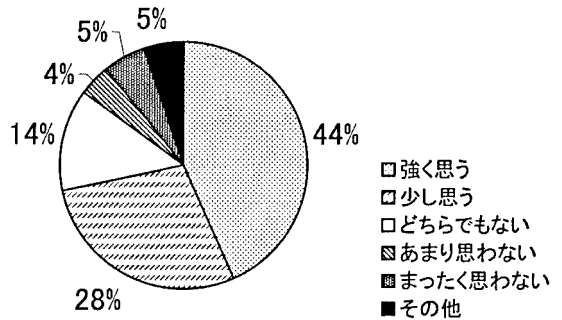


図10 設問「火山に行ってみたく思ったか」

続いて、火山がもつエネルギーを感じる事ができたかについて、生徒に「火山の迫力があつたか」とたずねたところ、93%の生徒が「あつた」と答えており、ほとんどの生徒が火山のエネルギーをイメージできていた。中には、地球がもつ膨大なエネルギーについて指摘する生徒もいた。また、火山の被害が「大きい」と感じている生徒も9割を越えており、この動画によって自然の猛威を十分認識できたと考える。

さらに、火山と私たちの生活とのかかわりを考える上で、生徒が火山を肯定的に認識しているかを調査するために、「火山は私たちの生活に恵みを与えるか」とたずねたところ、「どちらでもない」が最も多く、また否定的な認識をする生徒の方がやや多い結果となった(図11)。同様の質問として生徒に「火山はない方がよいと思うか」とたずねたところ、火山に対して否定的

に認識している生徒が多かった。今後、火山と私たちの生活を結びつける上で、生徒は一般的に火山を否定的に認識していることをふまえて、火山を肯定的にとらえる実践や教材も必要であると考え。中学校教科書では2分野7単元において「火山の恵み」という中単元があり学習する機会が設定されているが、1分野との選択的な扱いであるために、全生徒が学習する内容ではない。したがって、例えば本研究で編集した動画コンテンツとして、火山灰がもたらす肥沃な土壌や温泉、美しい景観などを紹介することも重要な視点であると考え。

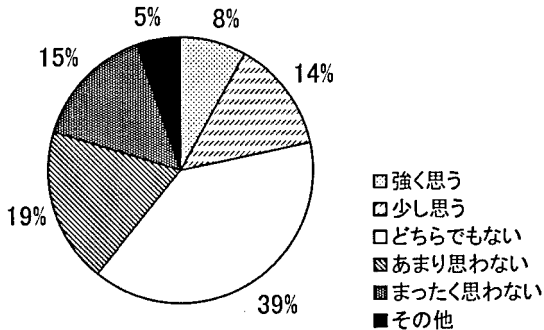


図11 設問「火山は私たちの生活に恵みを与えるか」

最後に、今回用いたハイビジョン画質の精細さが生徒に認識できたかを調査するために、「火山の特徴をとらえるのに十分な画質であったか」とたずねた。また比較の対象として、1991年のHi-8画像を「3」とし、5段階の評定尺度で生徒に回答させた。その結果、今回採用したハイビジョン映像はレターボックス形式であったにもかかわらず、8割の生徒がHi-8画像よりも高画質であると回答した(図12)。今回の研究では、アスペクト比が4:3のブラウン管テレビや液晶プロジェクタを用いたが、やがて一般に普及する16:9の大型液晶テレビであれば、より確かな火山の間接的な観察が可能になると考える。

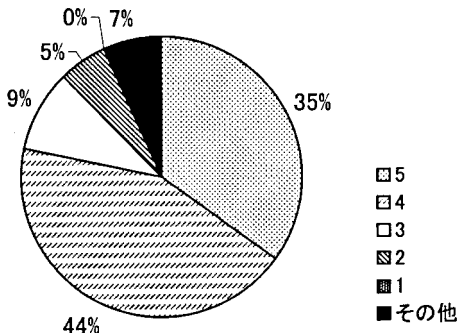


図12 設問「火山の特徴をとらえるのに十分な画質であったか」

5. おわりに

本研究では、火山災害を把握するための前段階として、火山を的確に観察できる動画教材の制作を研究目的とした。今回制作した動画により、生徒に火山の特徴や火山のエネルギーを把握させることについては、十分ねらいを達成できたと考える。しかしながら、火山災害そのものについて、自然事象と災害との因果関係を科学的に認識させるまでには至っていない。今後はまず、火山災害を主題としたモデル実験の開発が不可欠であると考え。例えば、島原市の「がまだすドーム」では、雲仙普賢岳の土石流に対する導流堤の有効性を示すモデル実験を展示している。このようなモデル実験を教室内で活用する方法についても、今後検討する必要がある。また、実験や実習から火山災害を科学的に考察させる授業プログラムの開発も必要である。例えば火山ガスの主成分の一つである二氧化硫について、その性質や特徴を教材化することも火山災害を学ぶ上で重要であろう。今後の研究課題として取り組みたいと考える。

参考文献

- 1) 日高敏隆ほか 中学校科学2分野上 生命と地球編 学校図書, 2006
- 2) 細矢治夫ほか 理科2分野上 観察から自然のしくみを見つける 教育出版, 2006
- 3) 鹿江宏明ほか 防災リテラシーの確立をめざした小・中・高等学校一貫教育の創造(1) 芸予地震における児童・生徒の実態調査 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要, 30, 2002
- 4) 鹿江宏明ほか 防災リテラシーの確立をめざした小・中・高等学校一貫教育の創造(5) 土砂災害を中心とした防災授業プログラムの実践とその考察 広島大学学部・附属学校共同研究機構研究紀要, 34, 2006
- 5) 三浦 登ほか 新編新しい科学2分野上 東京書籍, 2006
- 6) 文部省 小学校学習指導要領, 1998
- 7) 文部省 中学校学習指導要領, 1998
- 8) 日本地震学会編 「2001地震火山・世界こどもサミット」の冒険, 日本地震学会広報紙なみふる, 27, 2001
- 9) 須藤 茂 ハワイキラウエア火山の東リフトゾーンと最近の噴火 地質ニュース, 401, 1988
- 10) 竹内敬人ほか 未来へ広がるサイエンス第2分野上 新興出版社啓林館, 2006
- 11) 戸田盛和ほか 新版中学校理科2分野上 大日本図書, 2006